

**STRIP CONTINUOUS CASTING METHOD**

Patent Number: JP63290654  
Publication date: 1988-11-28  
Inventor(s): MATSUNAGA SHIGERU; others: 04  
Applicant(s): NISSHIN STEEL CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP63290654  
Application Number: JP19870123658 19870522  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B22D11/06  
EC Classification:  
Equivalents: JP2684037B2

**Abstract**

**PURPOSE:** To stabilize strip continuous casting by executing pouring while rotating pair of rolls at less than the aimed casting velocity at the time of starting the pouring and controlling rotating velocity of the roll after load of reduction reaches to the aimed load.

**CONSTITUTION:** At the time of starting the continuous casting for the strip, the pouring into a molten basin 3 started while rotating the rolls 1a, 1b at 60-90% velocity of the aimed casting velocity V shown beforehand in the equation 1. Next, what the load of rolling reduction loaded between the rolls 1a, 1b by starting solidification of the molten steel reaches to the prescribed load, is detected with load-calls 8, 8' and inputted to the control device 10. After that, while controlling the rotating velocity of both rolls through the control device 10, the casting velocity is held to the aimed velocity V. By this method, as development of the excess load of the rolling reduction at the initial stage of casting is prevented, the trouble of the casting apparatus is prevented. Therefore, the continuous casting for the strip is stabilized.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-290654

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

B 22 D 11/06

識別記号

3 3 0

庁内整理番号

B-6735-4E

④ 公開 昭和63年(1988)11月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑬ 発明の名称 薄板連続鑄造方法

⑭ 特 願 昭62-123658

⑮ 出 願 昭62(1987)5月22日

⑯ 発 明 者 松 永 滋 山口県新南陽市大字富田4976番地 日新製鋼株式会社周南製鋼所内  
⑯ 発 明 者 塙 武 志 山口県新南陽市大字富田4976番地 日新製鋼株式会社周南製鋼所内  
⑯ 発 明 者 星 野 和 夫 山口県新南陽市大字富田4976番地 日新製鋼株式会社周南製鋼所内  
⑯ 発 明 者 長 谷 川 守 弘 山口県新南陽市大字富田4976番地 日新製鋼株式会社周南製鋼所内  
⑰ 出 願 人 日新製鋼株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目4番1号  
⑱ 代 理 人 弁理士 和田 憲治  
最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

薄板連続鑄造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 互いに反対方向に回転する一対の内部冷却ロールを平行に対向配置し且つこのロール対の両側部にサイドダムを配置したうへ、このサイドダムとロール対の円周面で囲われる空間に連続的に注湯しながら、ロール対の円周面で形成する凝固殻をロール対の間隙で圧着しつつ薄板に直接鑄造するさいに、

鑄造運転時において該ロール対の間隙で凝固殻が圧着されるさいの圧下荷重を計測し続け、この計測される圧下荷重が目標荷重に維持されるようにロール対の回転速度を制御すること、

鑄造開始時においては、目標鑄造速度以下でロール対を予め回転させながら注湯を開始し、このロールの回転速度を該圧下荷重が目標荷重に到達するまで維持し、目標荷重に到達したら前記の回転速度の制御を実施すること、

を特徴とする薄板連続鑄造方法、

(2) 注湯開始時の予め回転させておくロール対の回転速度は、下式①で求められる目標鑄造速度以下である特許請求の範囲第1項記載の薄板連続鑄造方法、

$$V = \frac{60 \ell}{1000} \left( \frac{A}{D+B} \right)^2 \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

但し、

V : 目標鑄造速度 (mm/min)

 $\ell$  : 溶融金属がロール円周面と接する円周方向の接触長さ (mm)

D : 凝固シェル厚み=目標鑄片厚みの1/2 (mm)

AおよびB : 定数であり、

この与式①は、次の②式と③式の連立方程式により求められる鑄造速度式である、

$$D = A \sqrt{t} - B \quad (\text{凝固速度の一般式}) \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

$$t = 60 \ell / 1000 V \quad \dots \dots \textcircled{3}$$

t : 冷却時間 (sec)

(3) 鑄造開始時にあらかじめ回転させておくロールの回転速度は目標鑄造速度の60%~90%である

特許請求の範囲第1項または第2項記載の薄板連続製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は、双ロール方式の薄板連続製造装置を使用して、金属薄板を製造する薄板連続製造方法に関するものである。

#### (従来の技術)

互いに反対方向に回転する一対の内部冷却ロールを適当な間隙をあけて平行に対向配置し、この間隙上部のロール円周面上に湯溜りを形成させ、この湯溜り中の湯を回転するロール円周面で冷却しながら、該間隙を経て薄板に連続製造する双ロール式連続製造機が知られている。このような双ロール式連続製造機を鋼の連続に適用して、溶鋼から薄鋼板を直接製造しようとする提案もなされている。

双ロール式連続製造方法は2つのロールを互いに同じ速度で回転させることによって両面で実質上同じ凝固条件が得られ、従って製造組織が均一となり、またロール間のギャップが最も狭くなる

円周面自身がこの壁の役割を果たし、サイドダムだけで湯溜り容器を形成することも可能である。前者の場合にはロール軸に沿った固定壁に湯面レベルを常時維持させれば内部冷却ロールの円周面と溶湯が接する面積は実質上一定に維持することができるが、後者の場合には、内部冷却ロールの円周面と溶湯とが接触する面積は湯面の高さに応じて変化することになる。

特に後者の方式による場合には、溶鋼がロール円周面と接している円周方向の接触長さに応じて溶鋼が冷却凝固するので、厚みが比較的大きい鋼片の場合には、ロール円周面に溶鋼が接触する時間を長くする必要があり、このために十分な湯溜り(溶鋼プール)を円周面上に常時形成させておくことが必須条件となる。

このため、製造の開始にあたっては、停止したロールに溶融金属を注湯して、ある程度の溶鋼プールを形成してからロールの回転を開始し、本格的に製造を開始するといった方法も提案されていた。

最狭隙部に至るまでにロール円周面で形成した両面の凝固殻(凝固シェル)がロール間で徐々に圧着されるので、鋼片の内部に引け巣やポロシティが形成され難いこと、しかも鋼片の表面性状が良好となること等の利点があるので、溶鋼に対する有力な薄板製造方式として考えられている。

ロール対の間隙から薄板連続品を常時連続的に送り出すにはロール対の間隙の上部に溶鋼の湯溜りを形成し、この湯溜りに溶鋼を連続注入することが必要となるが、この湯溜りをロール円周面上に形成するには、製造される薄板の幅方向への湯の流れを規制するダムが必要となる。このダムは通常は鋼片の幅を規制する役割を果たし、したがって、鋼片の両縁を規制すべく対をなした二つの固定壁からなる。このダムをサイドダムと呼ぶ。また、ロール円周面上に容量の大きな湯溜りを形成するためには、対をなす各ロール円周面上に、各ロールの軸に沿った固定壁を立ち上げることもある。しかし、径の大きなロールを使用する場合にはこのロール軸に沿う壁を設けなくてもロール

#### (発明が解決しようとする問題点)

サイドダムとロール円周面とで湯溜りを形成する方式の双ロール式連続製造機において、製造開始にあたって、湯溜り内で溶鋼プールを形成させた後にロールの回転を開始する場合には、静止したロール間に溶鋼を供給することになるので、ロール間で凝固したシェルが、目標とする鋼片厚み以上の、つまり設定したロール間ギャップの値以上の厚い凝固シェルが両ロール表面上で形成され、このため、次のような問題点が発生することが本発明者らのこれまでの実験で判明した。

(a)、ロール間の最狭隙部よりも厚みの大きな凝固シェルがロール間で圧延されるようになり、ロール間に過大な荷重が作用して製造装置に負荷が掛り、ロール回転用モータの能力を越えてしまってトリップ・製造停止の原因となる。また、これを防止するためにモータ容量のアップと圧延機なみの装置の剛性アップが必要となり、装置が大掛かりとなって高価な設備となる。

(b)、過大な荷重が発生してロール間のギャップが

拡張されてしまい、目標とする鋳片厚みより厚い鋳片が鋳造される。

(c)、過大な凝固シェルが、2つのロールの最近接点までにロール間で圧延されることにより、ロール軸に沿う方向に鋳片が拡張(鋳片の幅拡張が生じ)、これにより溶鋼プールを保持するために設けられているサイドダムが、ロール軸に沿う方向の外方に拡張され、ロールとサイドダム間に隙間が発生し、この部分に溶鋼が差し込んで、ロールやサイドダムを損傷する。また、鋳片の端部が湯差し部分で拘束されて切れて鋳片が耳切れ状態になる。

本発明は、双ロール式連続鋳造による溶鋼の連続鋳造にさいし、上述のような問題点を解消し、安定した鋳造状態を維持しつつ良好な薄板鋳片を製造するための薄板連続鋳造方法を提供することを目的とするものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、上記目的を達成する方法として、特に鋳造開始時の鋳造方法に改善を行ったものであ

ること、を特徴とする薄板連続鋳造方法を提供するものである。

以下に本発明の内容を図面を参照しながら詳しく説明する。

第1図は本発明法を実施する双ロール式連続鋳造の一例を示した略側面図、第2図はその略平面図である。図示のように、互いに反対方向に回転する一対の内部冷却ロール1a,1bを平行に対向配置し且つこのロール1a,1bの両側部にサイドダム2a,2bを配置したうえ、このサイドダム2a,2bとロール1a,1bの円周面で囲われる空間(湯溜り3と呼ぶ)に連続的に注湯しながら、ロール1a,1bの円周面で形成する凝固シェル4a,4bをロール1a,1bの間隙で圧着しつつ薄板5に直接鋳造する。

いま、湯溜り3内の溶湯がロール1a,1bの円周面と接している円周方向の距離を $\ell$ とする。この $\ell$ は湯面レベルが円周面と接する位置Hとロール1a,1b間の最狭隙部6の位置Iとの間の長さである。

溶鋼の鋳造を行う場合に、鋳造速度はロール1a,

り、ロール対をあらかじめ回転させながら溶融金属の注湯を開始して、ロール間で鋳片にかかる圧下荷重が目標とする荷重になるまでの回転速度を低く維持し、圧下荷重が目標とする荷重に達した時にロール回転速度の制御を始めることを特徴とする。より具体的には、互いに反対方向に回転する一対の内部冷却ロールを平行に対向配置し且つこのロール対の両側部にサイドダムを配置したうえ、このサイドダムとロール対の円周面で囲われる空間に連続的に注湯しながら、ロール対の円周面で形成する凝固殻をロール対の間隙で圧着しつつ薄板に直接鋳造するさいに、鋳造運転時においては該ロール対の間隙で凝固殻が圧着されるさいの圧下荷重を計測し続け、この計測される圧下荷重が目標荷重に維持されるようにロール対の回転速度を制御すること、そして、鋳造開始時においては、目標鋳造速度以下でロール対を予め回転させながら注湯を開始し、このロールの回転速度を該圧下荷重が目標荷重に到達するまで維持し、目標荷重に到達したら前記の回転速度の制御を実施

1bの周速度、つまりロール1a,1bの回転数に対応するが、この鋳造速度の適正な値は、鋼種、鋳片5の厚みおよび湯溜り3内の溶鋼の湯面高さから求まる $\ell$ を、予め測定して得られた凝固速度式に代入して計算することによって得られる。具体的な計算方法は次のとおりである。

鋳造速度Vは該 $\ell$ と冷却時間 $t$ より、

$$V = 60 \ell / 1000 t \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

V : 鋳造速度 (m/min)

$\ell$  : 接触長さ (mm)

t : 冷却時間 (sec)

のように計算される。ここで、冷却時間 $t$ はロール円周面に溶鋼が接触している時間、具体的には第1図のH点がI点に至までの時間を表す。鋳片が形成されるためには、ロールの最近接点までに凝固が完了している必要があり、あらかじめ測定して得られた凝固速度式

$$D = A \sqrt{B} \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

D : シェル厚み = 目標とする鋳片厚みの1/2

の値(mm)

A, B: 定数

により冷却時間 $t$ を計算する。②式より、

$$t = \left( \frac{D + B}{A} \right) \quad \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

となり、②'を③式に代入することにより、目標とする鑄造速度 $V$ は、

$$V = \frac{60 \ell}{1000} \left( \frac{A}{D + B} \right) \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

で得られ、この鑄造速度により鑄造するのが基本的な鑄造条件となる。

本発明法の実施にさいし、鑄造をスタートする際には、この計算した適正な鑄造速度以下の速度にてあらかじめロールを回転しておき、湯溜り3への注湯を開始する。このあらかじめ回転しておくロールの速度は、実験結果より、計算して求めた適正鑄造速度の60%~90%に設定することが適切であることがわかった。60%未満に設定した場合には、注湯を開始した際に、ロール間のギャップ(最狭隙部6の幅)以上の凝固シェルが形成される場合があり、鑄片にかかる圧下荷重が増加す

るに鑄片に割れが生じることもあるのでこれ以下の値に設定するのがよい。これによって鑄造初期に発生する過大なロール間の荷重を抑えることができ、前述したような操業上の問題点を発生することなく鑄造を行なうことができる。

第3図は本発明の方法を実施する際の制御動作とフローを示す。ロール1a, 1bの各軸を固定するチェック7aと7b、および7a'と7b'の間に、剛性の高いロードセル8および8'を挿入しておく。鑄片5が鑄造される場合に、鑄片5にかかる圧下荷重 $P$ に対応した荷重がロール1a, 1bにその反力としてかかるので、このロール1a, 1bにかかる荷重がロードセル8, 8'によって検出できる。鑄造初期においては、ロードセル8, 8'で検出される荷重が目標とする値 $P_0$ になるまでは鑄造速度を前記の目標鑄造速度以下で一定にしておき、 $P_0$ 値に達した時に鑄造速度の制御を開始する。この制御は、荷重測定装置9から得られた情報により鑄造速度制御装置10によってロール回転速度をコントロールすることによって行うことができる。

ることにより発生する前述のような問題を完全に解消することができない。また、90%より大きく設定した場合には、注湯を開始した際に、初期の溶鋼が充分凝固されず、溶鋼プールが形成されにくく、鑄片が形成できないといった問題が発生することがある。

注湯を開始した時点から溶鋼はロール表面で凝固シェルを形成しはじめる。ロール最近接点のギャップ全体に凝固シェルが形成されると、注湯量を鑄造量より大きくすることにより、ロール間で溶鋼プールを徐々に形成しはじめる。溶鋼プールが形成され始めると、ロール間にかかる荷重すなわち鑄片に加えられる圧下荷重が増加してくる。良好な鑄片を形成するためには、この鑄片にかかる圧下荷重を鑄片の幅方向の単位長さ当り50 kgf/mm以下に抑える必要があることがわかった。この荷重に達した時点から鑄造速度のコントロールを開始して目標とする鑄造速度、溶鋼プール量を調整して制御する。前記の荷重が50 kgf/mmを超える場合には、鑄片がロール間で圧下されるさい

このように、本発明法の実施にさいしては、ロードセル8, 8'等による圧下荷重を測定する装置9を設置して荷重の経時変化をとらえ、ロール回転速度を設定する制御装置10にフィードバックすることにより鑄造速度の制御開始するタイミングを伝達し、鑄造速度を自動的に制御する自動制御システムを導入する方法が有効な手段として用いることができる。

#### 実施例

ロールを停止して注湯を開始する方法と、本発明に従ってロールを回転して注湯を開始する方法を実施した場合の具体例を以下に述べる。

#### (比較法)

(双ロール連鑄機) ロール径 800mm  
ロール幅 600mm

(鑄造条件) 鋼種 SUS304,

ロールギャップ 2.1mm

鑄造温度 1500℃

目標鑄造速度 30mm/min

目標荷重 25ton

注湯を開始してから2秒後にロールを回転し始めて、目標速度まで増速させた。本条件にて第3図のような制御フローを採用して行った鑄造初期のロール間の荷重チャートを第4図に示した。第4図に見られるように、ロール間の荷重はロール回転開始とともに異常に大きな荷重が発生し、鑄造速度の制御で荷重を安定させることができず、鑄片は設定ロールギャップよりも大きな $2.4\text{mm} \sim 2.8\text{mm}$ の鑄片が鑄造された。また、ロールとサイドダム間への溶鋼の湯差しの発生が見られ、鑄片端部は耳切れ状態となった。またロール回転を行なうモーターの電流値が過大となりトリップし、鑄造長 $10\text{m}$ にて鑄造停止となった。

(本発明方法)

(双ロール連続鑄機) ロール径  $800\text{mm}$

ロール幅  $600\text{mm}$

(鑄造条件) 鋼種 SUS304

ロールギャップ  $2.1\text{mm}$

鑄造温度  $1500^\circ\text{C}$

目標鑄造速度  $30\text{m/min}$

果をもたらすことができた。またロール間に過大な荷重が作用しないため、鑄造装置に負荷がかからず、ロールを回転させるモーターのトリップ等の鑄造装置トラブルが発生せず、長時間の安定した操業が可能になり、荷重増加によるロール間ギャップの拡張が発生せず目標とする鑄片厚みなどの鑄片が鑄造できるようになった。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の薄板連続鑄造法を説明するための双ロール式連続鑄機の略側面図、第2図は同じく略平面図、第3図は本発明法を実施する制御動作および制御フローを示す制御説明図、第4図は比較法を実施したさいの鑄造スタート時の鑄片の圧下荷重測定チャート、第5図は本発明を実施したさいの鑄造スタート時の鑄片の圧下荷重測定チャートである。

1a, 1b・・・ロール、 2a, 2b・・・サイドダム、

3・・・湯溜り、 4a, 4b・・・凝固シエル、

5・・・鑄片、 6・・・ロール1a, 1bの最狭隙部、

7・・・ロールチャック、 8, 8'・・・ロードセル、

鑄造スタート前のロール回転速度

$25\text{m/min}$

目標荷重 $25\text{ton}$

ロールを前記回転速度にてあらかじめ回転させておき、注湯を開始させる。本条件にて第3図のような制御フローを採用して行なった鑄造初期のロール間の荷重チャートを第5図に示した。ロール間の荷重は $0 \sim 25\text{ton}$ までスムーズな立ち上りをしており、異常な荷重の増大は発生しておらず安定した鑄造を行なうことができ、 $5000\text{kg}$ の溶鋼を完鑄することができた。また鑄片は、ロールギャップと同じ $2.1\text{mm}$ の厚みの鑄片を得ることができ、比較法のような鑄片の端部の異常は認められなかった。

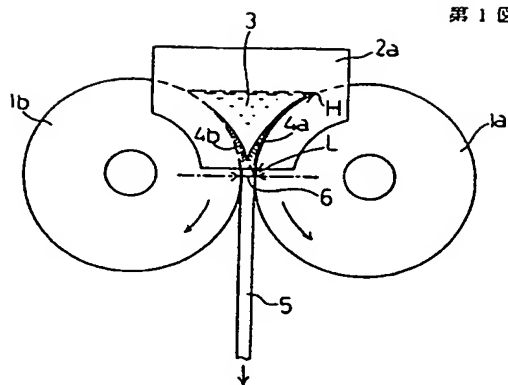
このように本発明法によると、鑄造初期の過大な圧下荷重の発生を防止することができ、鑄造装置のトラブル、ロールとサイドダム間の隙間発生による湯差し、これによるサイドダムの破損、鑄片の耳切れ、割れなどの鑄片欠陥を防止することが可能となり、薄板連続鑄の操業の安定に大きな効

9・・・荷重測定装置 10・・・鑄造速度制御装置、  
11・・・溶湯がロール円周面と接触する円周方向の長さ。

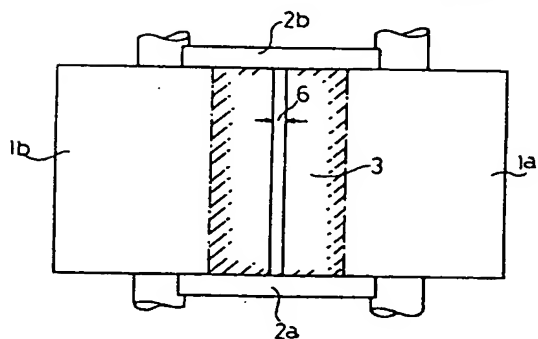
出願人 日新製鋼株式会社

代理人 和田 憲治

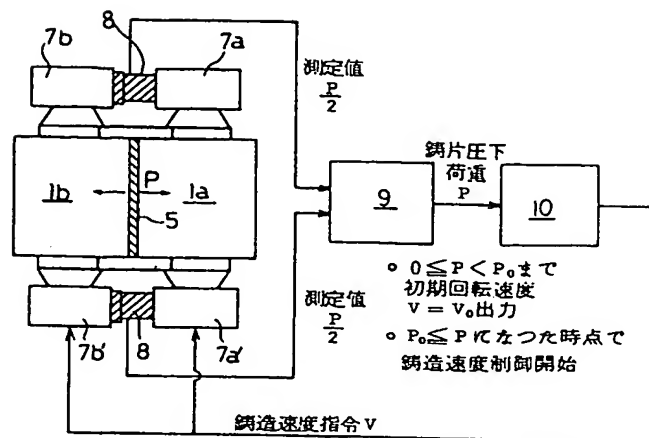
第1図



第2図

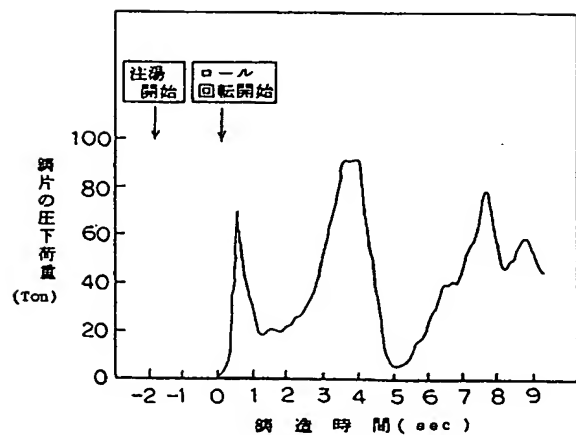


第3図

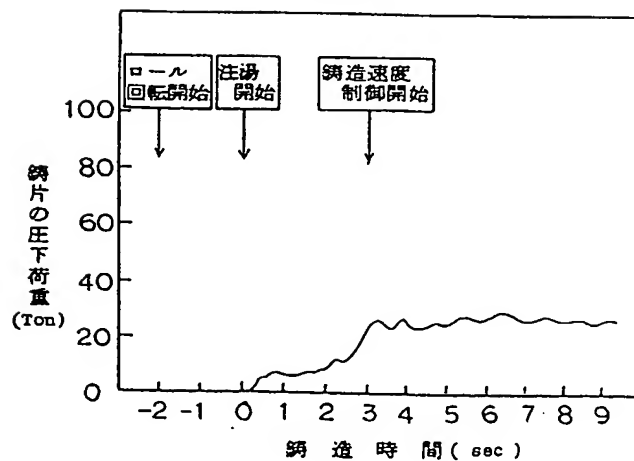


P ; 鋼造圧下荷重  
P<sub>0</sub> ; 目標鋼片圧下荷重

第4図



第5図



第 1 頁の続き

②発 明 者

山 内

隆

山口県新南陽市大字富田4976番地 日新製鋼株式会社周南  
製鋼所内